



# 건축전기설비기술사 문.제.해.설.

글 / 김세동 (두원공과대학교 교수, 공학박사, 기술사 e-mail : kimse@doowon.ac.kr)

■ 풍력발전시스템의 낙뢰피해와 피뢰대책에 대해서 설명하시오.

항 목	Key Point 및 확인 사항	비 고
Key Word	풍력발전과 낙뢰대책	—
관련 이론 및 실무 사항	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 풍력발전시스템의 개념</li> <li>2. 풍력발전기에서 발생하는 낙뢰 피해</li> <li>3. 풍력발전기에 침입하는 뇌서지 양상</li> <li>4. 전기설비기술기준 제6조(전기설비의 피뢰) 및 발전용 풍력설비 판단기준 제8조(피뢰설비)</li> <li>5. IEC 61400-24(풍력발전기의 뇌보호)</li> </ol>	—

## <해설>

### 1. 풍력발전시스템의 개요와 구성

풍력발전은 풍차를 이용해 풍력을 기계적 에너지로 변환시켜 발전하는 것이다. 풍력발전기는 바람에너지를 기계에너지로 변환하는 회전자와 나셀(Nacelle)로 불리는 동력장치실 내부에 동력전달장치, 증속기(Gear Box), 발전기 및 요잉장치 등이 있다. 이들 부품들을 지지하는 철탑과 철탑 바닥에는 무인 운전을 가능하게 하는 제어장치들로 구성되어 있다.

### 2. 피해 사례 및 양상

풍력발전기는 주로 해안가 또는 높은 지역(산의 정상 등)에 설치되는 경우가 많으므로 강도 높은 낙뢰에 직접 노출되어 있다. 피해 양상은 다음과 같다.

- 가. 블레이드 파손 : 낙뢰 피해 중 가장 심각한 것이며, 블레이드 파손에 의한 장기간 발전기 정지에 따른 손실도 적지 않다.
- 나. 접지전위 상승에 의한 기기 과전압 : 풍력발전시스템에 낙뢰가 있었을 경우 접지전위가 상승하여 외부로 설치된 도체가 접속되고 있는 기기에 과전압이 생긴다. 과전압이 가해진 부분에서 절연파괴가 생기고 과전류가 흘러 들어 기기가 파손된다.

### 3. 국내외 관련 기준의 현황

#### 가. 전기설비기술기준 제6조의 2(전기설비의 피뢰)

뇌방전으로 인한 과전압으로부터 전기설비의 손상, 감전 또는 화재의 우려가 없도록 피뢰설비를 시설하고, 그 밖에 적절한 조치를 하여야 한다.

#### 나. 발전용 풍력설비 판단기준 제8조(피뢰설비)

전기설비기술기준 제6조의 2 규정에 의하여 뇌방전으로부터 풍력발전설비의 손상, 감전 또는 화재의 우려가 없도록 피뢰설비를 시설하여야 하며, 풍력발전설비의 피뢰설비는 블레이드, 풍력발전기 본체, 전력기기, 제어기기 및 풍향·풍속계 등을 보호할 수 있는 피뢰설비를 시설하여야 한다.

#### 다. IEC 61400-24(풍력발전기의 뇌보호)

#### 라. NFPA 780(풍력발전기의 피뢰시스템 시설 표준)

### 4. 풍력발전기의 낙뢰대책

#### 가. 독립 피뢰철탑에 의한 대책

뇌운의 접근 방향이 어느 정도 한정되어 있는 경우(동계뢰) 풍향을 고려하여 피뢰철탑의 위치를 선정한다. (그림 1 참조)



[그림 1] 풍력발전시스템을 낙뢰로부터 보호하는 피뢰철탄

#### 나. 블레이드의 피뢰대책

블레이드 Type에 따라 다소 차이가 있으며, Tip에 Receptor를 설치하고 Receptor를 개량하거나 블레이드 내부의 피뢰도선을 굵게 하여 전류용량을 크게 한다. 또한, 다음과 같은 방법도 강구한다.

- 블레이드 자체를 기계적으로 강화(관통 파괴 및 압력상승 파괴방지)
- 표면 접착 : 블레이드 표면에 알루미늄 테이프 접착(쉽게 벗겨짐, 피뢰장치 없는 블레이드 적용 용이)
- 도전성 표면물질 : 도전성 물질을 블레이드 외부 중에 첨가, 전자장 차폐 효과, 유도전압 감소 효과
- 블레이드 내외부에 설치된 인하도록선과 센서 배선 사이의 유도전압 방지(광케이블 또는 꼬임전선)

#### 다. 풍향 / 풍속계의 대책

- 풍력발전기의 제어에 중요한 관측기기인 풍향, 풍속계를 보호한다.
- 피뢰침을 풍력발전기의 나셀 상부에 부착한다.

#### 라. 나셀의 피뢰대책

- 금속 하우징 : 나셀 프레임의 여러 지점을 등전위본딩을 한다.
- 비금속 하우징 : 상부 돌침이 전체 나셀의 최대 45°의 보호각을 제공한다.

#### 마. 접지시스템

- 통합접지 구현 : 풍력발전기 타워 기초 환상 접지극 활용, 가능한 10옴 이하의 접지저항을 유지한다.
- 등전위접지시스템 : 대규모 풍력발전단지인 경우, 개별 발전기 사이의 전위차가 없도록 한다.

#### ☞ 추가 검토 사항

제8조(피뢰설비) 전기설비기술기준 제6조의 2 규정에 의하여 뇌방전으로부터 풍력발전설비의 손상, 감전 또는 화재의 우려가 없도록 다음 각 호에 따라 피뢰설비를 시설하여야 한다.

1. 피뢰설비는 한국산업표준이 정하는 피뢰레벨 등급에 적합해야 한다. 다만 별도의 언급이 없다면 I 등급을 적용하여야 한다.
2. 블레이드의 피뢰설비는 다음 각 호에 따라 시설하여야 한다.
  - 가. 리셉터를 블레이드 선단부분 및 가장자리 부분에 배치하되 뇌격전류에 의한 발열에 용손(溶損)되지 않도록 재질, 크기, 두께 및 형상 등을 고려할 것.
  - 나. 블레이드에 설치하는 인하도선은 쉽게 부식되지 않는 금속선으로서 뇌격전류를 안전하게 흘릴 수 있는 충분한 굵기여야 하며, 가능한 직선으로 시설할 것.
  - 다. 블레이드 내부의 계측 센서용 케이블은 금속관 또는 차폐케이블 등을 사용하여 뇌유도과전압으로부터 보호할 것.
  - 라. 블레이드에 설치한 피뢰시스템(리셉터, 인하도선 등)의 기능저하로 인해 다른 기능에 영향을 미치지 않을 것.
3. 풍향·풍속계가 보호범위에 들도록 나셀 상부에 피뢰침을 시설하고 피뢰도선은 나셀프레임에 접속하여야 한다.
4. 전력기기·제어기기 등의 피뢰설비는 다음 각 호에 따라 시설하여야 한다.
  - 가. 전력기기는 금속시스케이블, 내뢰변압기 및 서지보호장치(SPD)를 적용할 것.
  - 나. 제어기기는 광케이블 및 포토커플러를 적용할 것.
5. 접지시스템은 풍력발전설비 타워기초를 이용한 통합접지공사를 하여야 하며, 설비 사이의 전위차가 없도록 등전위분당을 해야 한다. KEA



[참고문헌]

1. 강성만, 풍력발전시스템의 낙뢰피해와 피뢰대책 기술, 풍력발전 표준화 워크샵, 대한전기협회, 2012
2. 발전용 풍력설비의 판단기준, 2012